STATENS VÄXTSKYDDSANSTALT
MEDDELANDE N:r 29



Undersökningar över potatisnematoden, Heterodera Schachtii SCHMIDT subsp. rostochiensis WOLL.

AV

OLOF ÅHLBERG

I. Metoder för kvantitativ bestämning av jordens cystahalt.

MED 5 FIGURER I TEXTEN
DEUTSCHE ZUSAMMENFASSUNG



STOCKHOLM 1939

Undersökningar över potatisnematoden, Heterodera Schachtii SCHMIDT subsp. rostochiensis WOLL.

av OLOF AHLBERG

I. Metoder för kvantitativ bestämning av jordens cystahalt

Med 5 figurer i texten.
Deutsche Zusammenfassung.

Inledning.

Som redan tidigare omnämnts i meddelanden och flygblad från Centralanstaltens Lantbruksentomologiska Avdelning och sedermera från Statens Växtskyddsanstalt gjordes 1922 vid Högsjö bruk i västra Södermanland det första svenska fyndet av den dittills blott genom tyska undersökningar kända potatisnematoden eller potatisålen (*Heterodera Schachtii* SCHMIDT subsp. *rostochiensis* WOLL.). Ehuru detta skadedjur med säkerhet förekommit både i Tyskland och i England alltsedan sekelskiftet, hade det ej förrän 1913 upptäckts i Tyskland. 1924 påträffades det första gången i England och 1928 i Danmark.

Under åtskilliga år var Högsjö den enda kända fyndorten i Sverige. I juli 1928 upptäcktes potatisnematoden emellertid även i Hälsingborg. Den med anledning därav igångsatta undersökningen visade att den förekom inom nästan alla stadens koloniträdgårds- och egnahemsområden, på många ställen i sådan mängd, att den omöjliggjorde all potatisodling. Vid fortsatta undersökningar under de närmast följande fyra åren konstaterades att skadedjuret här i nordvästra Skåne hade ett vidsträckt utbredningsområde, som omfattade större delen av kuststräckan mellan Hälsingborg och Ängelholm samt en del närliggande platser. Dessa upptäckter väckte givetvis allvarliga farhågor för att potatisnematoden så småningom skulle sprida sig ej blott till andra trakter i Skåne utan även till övriga delar av landet.

Den omständigheten, att anstalten under dessa fyra år varken genom fortsatta egna undersökningar eller på annat sätt lyckades uppdaga några nya förekomster på andra platser än sådana, som lågo nära det redan kända skånska utbredningsområdet, syntes berättiga den slutsatsen att potatisnematoden, även om den kanske icke alldeles saknades i det övriga landet, likväl icke hade något ytterligare utbredningsområde av större omfattning och betydelse. Sannolikheten av att den inkommit i landet så sent som under krigsåren gav ytterligare stöd åt denna uppfattning. Under sådana förhållanden syntes det ur alla synpunkter vara riktigast att försöka utrota potatisnematoden, innan den hunnit få allmännare spridning i landet, och att fördenskull under tillräckligt lång tid bannlysa all potatis- och tomatodling från de områden, där den konstaterats förekomma. En sådan utrotningskampanj skulle emellertid taga lång tid — i regel minst 8 år — och det var därför ganska naturligt att ett förslag i denna riktning genast väckte så stark opposition bland koloniträdgårdsodlare och egnahemsägare, vilka saken närmast gällde, att planerna på dess allmänna genomförande på frivillighetens väg måste uppgivas. Endast vid Högsjö bruk blevo de av anstalten framförda synpunkterna tillräckligt beaktade, och på bruksledningens privata initiativ blev här all potatisodling på angripen mark utan dröjsmål nedlagd.

Förhållandena i nordvästra Skåne påkallade emellertid strängare åtgärder, och sommaren 1932 utfärdades slutligen särskilda lagbestämmelser (Sv. Förf.-saml. Nr. 237/1932) med förbud mot odling av potatis och tomater på jord, som förklarats vara angripen av potatisnematod ävensom mot bortförande av jord m. m. från sådant område. Vidare stadgades att var och en, som vet eller misstänker att hans jord innehåller potatisnematod, är skyldig att göra anmälan därom direkt till anstalten.

Hittills hade man, som nämnt, utom Högsjö bruk ej lyckats upptäcka flera fyndorter för potatisnematod i Sverige än dem i nordvästra Skåne. 1933 upptäcktes emellertid skadedjuret även i Norrköpings stad och kringliggande landsbygd och senare påträffades det även på andra håll i landet, såsom i västra Blekinge, samt sydvästra och norra Småland.

I ett par fall hade man visserligen spontana anmälningar från allmänheten att tacka för kännedomen om dessa smittohärdar, men de allra flesta hade dock upptäckts av anstaltens egna tjänstemän vid huvudsakligen i annat syfte företagna undersökningar i ifrågavarande trakter. På grund härav kunde man förmoda att, om liknande undersökningar företogos i andra delar av landet, man även där mångenstädes skulle komma att finna potatisnematod i jord, där potatis är en vart eller vartannat år återkommande gröda. Den med varje år allt längre fyndortslistan visade för övrigt tydligt nog att potatisnematoden ingalunda hade en så begränsad utbredning, som man först antog. 1937 gjordes dessutom ett par fynd, som visserligen icke alldeles uteslöto möjligheten av att potatisnematoden blivit införd under krigsåren, men likväl i viss mån talade mot denna förmodan, samtidigt som de ytterligare syntes bestyrka uppfattningen

att denna nematod var ett tämligen allmänt förekommande skadedjur åtminstone i Götaland och Svealand. Nämnda fynd, vilka utgjordes av enstaka tomma skal av potatisnematodens cystor i jordprov såväl från Karlstad som från Tungelsta i Stockholmstrakten, visade att potatisnematoden tidigare förekommit och med all sannolikhet ännu funnes kvar i dessa orter. Karlstadsprovet härrörde från en liten åkerlapp, där potatisodling tidigare bedrivits under många år i följd men slutligen för åtskilliga år sedan måst nedläggas på grund av de ständigt minskade skördarna. Tungelstaprovet härrörde däremot från ett större skifte, där potatis endast förekom som ett led i den vanliga mångåriga växtföljden, och där man alltid fått fullt normala skördar.

För att få en något fullständigare kännedom om potatisnematodens utbredning i södra delarna av vårt land och för att med ledning därav bättre kunna bedöma huruvida 1932 års lagbestämmelser lämpligen borde bibehållas eller icke, utsände anstalten under sommaren 1938 en tjänsteman med uppdrag att undersöka potatisodlingar inom ett flertal koloniträdgårds- och egnahemsområden i de delar av Göta- och Svealand, där potatisnematoden ännu ej anträffats. Hur ofullständig och stickprovsartad denna undersökning än var, uppdagades dock därigenom åtskilliga dittills okända smittohärdar, framför allt i östra Blekinge, Västergötland, Bohuslän och östra Värmland. Misstanken att potatisnematoden var ett över hela södra Sverige spritt skadedjur hade sålunda blivit fullt bekräftad.

En fullständig förteckning över de t. o. m. juni 1939 upptäckta svenska fyndorterna för potatisnematod upptager utom Stockholm 88 kommuner fördelade på 14 län (fig. 1):

Malmöhus län: Eslöv 14,[1] Hälsingborg 18, Höganäs 18, Landskrona 18, Malmö 7, Trälleborg 1 och Ystad 4 samt socknarna Allerum 18, Barsebäck 10, Billeberga 18, Billinge 16, Bjuv 18, Brunnby 18, Burlöv (Arlöv 8), Dalköpinge 1, Ekeby 18, Farhult 18, Fleninge 18, Gislöv 1, Glumslöv 18, Härslöv 18, Höör 17, Jonstorp 18, Kattarp 18, Kropp 18, Kvistofta 18, Källs Nöbbelöv 15, Kävlinge 11, Lackalänga (Furulund 11), L. Isie 2, Lomma 9, Mörarp 18, N. Skrävlinge (Teckomatorp 15), N. Vram 18, Risekatslösa 18, Skivarp 3, Svalöv 15, Säby 18, S. Vram 18, Tygelsjö (Klagshamn 6), Viken 18, Välluv 18, Väsby 18, Örja 18, Örtofta 12 och Ö. Strö 13;

Kristianstads län: Hässleholm 21 och Ängelholm 23 samt socknarna Ausås 18, Barkåkra 24, Björnekulla 18, Båstad (Malen 25), Gråmanstorp (Klippan 22), Höja 23, Hörup 5, Loshult 30, Rebbelberga 23, Riseberga 19, Strövelstorp 18, Vedby 22, V. Broby 18, V. Sönnarslöv 22, V. Torup 20 och Ö. Broby 26;

Blekinge län: Karlskrona 29 och Ronneby 28 samt Ysane socken 27;

Hallands län: Halmstad 32, Falkenberg 51 och Varberg 33;

Kronobergs län: Traryds socken (huvudsakligen Strömsnäsbruk 31);

---

[1] Siffrorna hänvisa till numren å vidstående karta.

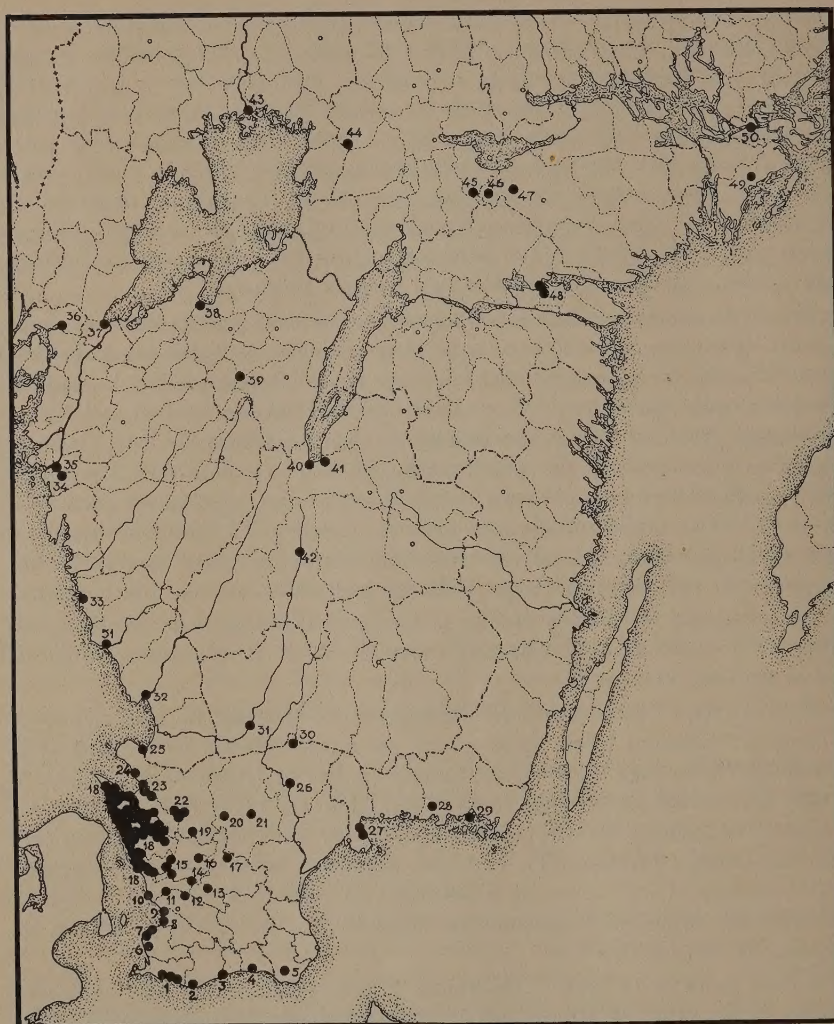


Fig. 1. Potatisnematodens kända utbredning i Sverige vid början av sommaren 1939. (Sifferförklaring i texten.)

J ö n k ö p i n g s l ä n: Huskvarna 41 och Jönköping 40 samt Tofteryds socken (Skillingaryd 42);

G ö t e b o r g s och B o h u s l ä n: Göteborg 35, Mölndal 34 och Uddevalla 36;

Ä l v s b o r g s l ä n: Vänersborg 37;

Skaraborgs län: Falköping 39 och Lidköping 38;

Östergötlands län: Norrköping 48 samt socknarna Borg 48 och Kvillinge (Åby 48);

Värmlands län: Karlstad 43;

Örebro län: socknarna Asker (Brevens bruk 45) och Degerfors 44;

Södermanlands län: V. Vingåkers socken (Högsjö 46 och Vingåker 47);

Stockholms län: Västerhaninge socken (Tungelsta 49);

Stockholms stad: 50.

Denna fyndortsförteckning upptar givetvis blott en ringa del av alla de platser i landet, där potatisnematod verkligen förekommer. Den långt ifrån sällsynta förekomsten av potatisnematod på mycket avlägsna och isolerade platser ej blott inom det jämförelsevis väl kända skånska utbredningsområdet utan även på andra håll visar att de större samhällenas trädgårdskolonier och egnahemsområden ingalunda äro de enda smittohärdarna, utan att man kan vänta att i större eller mindre utsträckning träffa sådana även vid många avskilt liggande gårdar, småbruk eller torparstugor, där en och samma jordbit år efter år användes som potatisland. Givetvis förekommer potatisnematoden i viss utsträckning även i jordbruksmässigt brukad jord, där en mångårig växtföljd tillämpas, men den har där ingen större betydelse och är f. ö. svår att komma på spåren, då den sällan eller aldrig ger sig tillkänna genom märkbar skördeminskning.

I varje fall var den kännedom, som man vid 1938 års slut vunnit ifråga om potatisnematodens utbredning inom landet, fullt tillräcklig för att visa att en fullständig utrotning av detta skadedjur genom mångårigt potatisodlingsförbud ej längre låg inom de praktiska möjligheternas gräns. En ändring av 1932 års lagbestämmelser har därför på anstaltens förslag vidtagits (Sv. Förf.-saml. Nr. 81/1939), varigenom potatisodling i minst 3-årig växtföljd numera tillåtes på angripen jord, för så vitt icke omständigheterna undantagsvis påkalla ett totalt odlingsförbud för längre tid. Dessa bestämmelser äro sålunda i stort sett desamma som i Tyskland och Danmark.

Genom en sådan 3-årig växtföljd kan man visserligen icke utrota potatisnematoden, men enligt vad utländska, särskilt tyska undersökningar visat vinner man dock därigenom att jordens nematodhalt minskas så mycket, att den ej i alltför hög grad kommer att inverka på skördeutbytet.

Även om man alltså i denna minst 3-åriga växtföljd har ett medel att i viss mån motverka potatisnematodens förökning och skadegörelse, är dock behovet av en effektiv och lönande bekämpningsmetod alltjämt lika aktuellt som när man kort före världskriget upptäckt detta skadedjur och lärt känna dess betydelse för potatisodlingen.

I Tyskland hade man redan 1913 men i England först 1924 upptagit undersökningar över potatisnematodens levnadssätt och i samband därmed anställt omfattande bekämpningsförsök. Att här ingå på dessa tyska och engelska under-

sökningar och deras resultat torde emellertid vara överflödigt, då de tillräckligt utförligt refererats redan av KEMNER 1929.

I Sverige upptogs studiet av potatisnematoden på Centralanstaltens Lantbruksentomologiska Avdelnings arbetsprogram år 1927, då KEMNER påbörjade de undersökningar, vilkas resultat han publicerade 1929. Sedan han detta år lämnat anstaltens tjänst, erhöll förf. uppdraget att fortsätta och fullfölja dessa undersökningar och de i samband därmed stående bekämpningsförsöken.

Genom välvilligt tillmötesgående av vederbörade myndigheter i Hälsingborg hade anstalten redan 1928 fått tillåtelse att kostnadsfritt använda ett par mindre områden på stadens mark för erforderliga frilandsförsök. Det ena av dessa områden måste emellertid redan 1931 på grund av vissa gaturegleringar bytas mot ett annat område. Sedan anstalten 1937 fått ytterligare ett försöksområde, disponerar den numera över 3 sådana i Hälsingborg.

1934 erhöll anstalten även i Norrköping tillåtelse att för olika försök använda ett mindre område, över vilket den fortfarande disponerar.

De på dessa områden utlagda försöken utgöra i stor utsträckning upprepningar av de kärlförsök, som utföras vid själva anstalten. Jämsides med biologiska och morfologiska undersökningar utföras bekämpningsförsök enligt olika metoder. Däri ingå bl. a. prövning av olika konstgödselmedels och vissa andra preparats värde såsom jorddesinfektionsmedel, användning av potatisplantor såsom fångstplantor samt prövning av olika, framför allt kräftimmuna potatissorters relativa nematodresistens. I samband därmed är bl. a. även jordfuktighetens och vätejonkoncentrationens, ävensom olika jordarters inverkan på nematodfrekvensen föremål för studium.

Resultaten av dessa undersökningar komma att publiceras, allteftersom de hinna slutgiltigt bearbetas. Början göres med föreliggande skrift, som redogör för ett försök att utarbeta en statistiskt tillräckligt tillförlitlig metod för bestämning av jordens halt av cystor och nematoder.

Förf. vill här begagna tillfället att framföra sitt tack såväl till myndigheterna i Hälsingborg och Norrköping för att de genom välvilligt upplåtande av lämpliga försöksområden möjliggjort anställandet av de för dessa undersökningar nödvändiga försöken, som till de båda personer, åt vilka den direkta ledningen och övervakningen av försöken i dessa båda städer varit och alltjämt är anförtrodd, nämligen Stadsträdgårdsmästaren VICTOR ANJOU i Hälsingborg och Agronomen HARALD ANDERSSON i Norrköping, ej blott för det värdefulla bistånd de städse beredvilligt lämnat vid planerandet och utläggningen av nya försöksserier, utan även för det förtjänstfulla sätt, varpå de sedermera skött dessa försök och ombesörjt den årligen återkommande, vidlyftiga provtagningen i de talrika försöksparcellerna.

Metoder för bestämning av jordens nematodhalt.

För att med tillfredsställande säkerhet kunna bedöma t. ex. olika preparats värde som bekämpningsmedel mot potatisnematoden eller undersöka vilken betydelse andra yttre faktorer ha för detta skadedjur, är det nödvändigt att avgöra i vad mån de inverka på nematoderna själva.

En inom vissa gränser användbar och tillförlitlig mätare härpå är nematodernas olika snabba förökning under olika betingelser, och denna förökning kan i sin tur mätas genom regelbundet upprepade bestämningar av antalet nematoder i jorden.

I princip äro sådana bestämningar av jordens nematodhalt synnerligen enkla, och metoderna därför grunda sig på att potatisnematodens cystor liksom betnematodens flyta upp till ytan, när ett cystahaltigt jordprov uppslammas i vatten. I praktiken visar det sig emellertid att en tillförlitlig bestämning av den genomsnittliga cystahalten i en försöksparcell eller en åker är förenad med vissa svårigheter, på grund av de felkällor av olika slag, som vidlåda ej blott provtagningen i fält utan sedermera även provens vidare behandling och undersökning i laboratoriet.

Enligt KEMNER bör jordens halt av potatisnematoder uttryckas genom angivande av antalet cystor pr liter jord. Fördelen av uppmätta jordkvantiteter framför uppvägda är nämligen framför allt att måttliga växlingar i vattenhalten ej i högre grad ändra provens volym men väl deras vikt. Därtill kommer att man vid provtagningen i fält kan betjäna sig antingen av ett jordborr av bestämda dimensioner eller, när det endast är fråga om ytprov, av ett enkelt kärl av lämplig storlek, med vilket strukna mått kunna tagas. Ett sådant borr eller kärl är bekvämt att arbeta med och tillåter en vida raskare arbetstakt än det tidsödande laborerandet med våg och vikter. Vid de undersökningar och försök, som utförts vid växtskyddsanstalten, har nematodhalten därför genomgående uttryckts i antal cystor pr liter jord.

Provtagningen i fält.

De första årens erfarenheter från anstaltens frilandsförsök visade att medeltalet för nematodhalten i en och samma parcell från den ena provtagningen till den andra ofta växlade synnerligen nyckfullt och utan påvisbart samband med någon känd yttre faktor, såsom nederbörd, temperatur, gödsling o. s. v. Detta förhållande, som i högsta grad försvårade bedömningen av försöksresultaten, visade sig huvudsakligen ha berott på att proven tagits allt för glest.

Provtätheten ökades därför, så att den fr. o. m. 1934 motsvarade i det allra närmaste 1 prov pr kvm, d. v. s. 12 prov pr parcell. Till jämförelse härmed kan nämnas att SMITH och PRENTICE, som i samband med sina undersökningar över potatisnematodens förekomst i Lancashire och Cheshire ägnat särskild upp-

märksamhet åt provtagningsmetodikens statistiska säkerhet, nöjt sig med blott 10 prov i provytor om 45—68 kvm (50—75 sq. yards). De uttala f. ö. sitt tvivel på att en ökning av provtätheten till mer än det dubbla skulle visa sig lönande, då den blott skulle medföra ökad osäkerhet i laboratoriearbetet.

Om vi nu emellertid bortse från laboratoriearbetet, till vilket vi återkomma senare, är det klart att provtagningens resultat blir desto tillförlitligare, ju tätare proven tagas. I vilken grad säkerheten ökas med stigande provtäthet beror emellertid i främsta rummet på hur cystorna äro fördelade i jorden.

Den kännedom om potatisnematodens levnadssätt, som man redan har, ger emellertid tydligt vid handen att cystornas fördelning i jorden i de allra flesta fall måste vara rent slumpmässig, och att fördelningskurvan alltså måste ha normalkurvans utseende.

Den första infektionen av en potatisåker sker vanligen därigenom att ett fåtal cystor överföras med jordig sättpotatis, redskap o. s. v. Dessa primärcystor ge upphov till små, isolerade nematodpopulationer, vilka efter hand tillväxa och breda ut sig. Efter varje år, som potatis odlats på åkern ifråga, finner man fördenskull nya cystor på allt större avstånd från de ursprungliga infektionsställena. Stundom inträffar att de unga nematodlarverna av olika skäl — t. ex. olika jordbeskaffenhet — företrädesvis vandra i en viss bestämd riktning, men i de flesta fall sprida de sig från sina modercystor tämligen likformigt ut åt alla håll. På grund härav kommer jordens halt av cystor att från ett maximum närmast omkring varje infektionsställe bli allt lägre, ju mera man avlägsnar sig från detta. Förr eller senare mötas de olika populationerna så att all jord i åkern blir infekterad. Härtill bidrager även den omständigheten att ju nematodrikare jorden blir, desto oftare böra sekundära infektioner äga rum, därigenom att cystor på ett eller annat sätt råka föras från en del av åkern till en annan. Ehuru cystahalten mycket länge förblir högst i de delar av åkern, där infektionen är äldst, sker dock så småningom en allmän utjämning av cystahalten, så att slutresultatet blir antingen en över hela åkern i stort sett jämn cystafördelning eller en t. ex. av systematiska avvikelser i jorden betingad stegring av cystahalten i någon viss riktning.

Cystafördelningen i smått däremot, t. ex. inom varje handfull jord, måste emellertid alltid komma att uppvisa stora variationer. Eftersom nya cystor blott kunna bildas i potatisrötter, är det dessas år från år starkt växlande förlopp, som bestämmer platsen för cystornas bildning. I vilken liten jordklump som helst, där cystabildningen ena året varit mycket livlig, kan den således nästa år vara mycket svag eller ingen alls, men den kan lika lätt flera år å rad råka bli mycket livlig, så att antalet cystor därigenom blir påfallande stort. Liknande inverkan har givetvis även jordbearbetningen. Vid grävning, plöjning, potatisupptagning o. s. v. förflyttas åtminstone cystorna i det översta jordlagret ett litet stycke, och denna förflyttning kan naturligtvis resultera i att somliga cystor skiljas åt, under det att andra föras tillsamman.

Medan således cystahalten i smått på ett ställe utjämnas, blir den på ett annat tvärtom ojämnare, och där en utjämning skett ena året, blir förhållandet kanske nästa år det motsatta.

När man likväl talar om en småningom skeende, allmän utjämning av cystahalten i en åker, innebär detta således blott att cystamedeltalen för olika delar av åkern år från år alltmera närma sig varandra, utan att storleken av cystahaltens variationer kring vart och ett av dessa medeltal påverkas därav. Med stigande cystahalt tendera variationerna emellertid att procentuellt taget bli allt mindre, även om de i verkligheten förbli lika stor eller, som vanligen är fallet, ökas mer eller mindre starkt.

Att vi verkligen ha att räkna med en rent slumpmässig cystafördelning i jorden framgår av en våren 1937 utförda detaljerad undersökning av cystahalten i tre av parcellerna inom ett av anstaltens försöksområden i Hälsingborg. Dessa parceller, här betecknade A, B och C, indelades i rutor, som i A och B voro ¼, i C däremot $^1/_{16}$ kvm vardera, och vilka numrerades i löpande följd. I mitten av varje ruta avlägsnades först ytjorden, varefter ett jordprov om 100 kbcm upptogs från 5—10 centimeters djup, d. v. s. från det skikt, där cystahalten i regel är störst. Varje prov märktes med samma nummer som motsvarande ruta. Då varje parcell var 12,25 kvm erhöllos sålunda från A och B 49 och från C 196 prov, vilka slammades och undersöktes var för sig.[1] I parcellerna A och C hade potatis odlats varje år alltsedan 1928 och enligt uppgift även under flera år närmast dessförinnan, men i parcell B däremot först fr. o. m. 1932.

Resultatet av denna undersökning framgår av fig. 2, där dels för varje ruta angivits antalet i provet funna cystor med levande innehåll, dels ock ett försök gjorts att medelst olika tät prickning åskådliggöra den ungefärliga cystafördelningen inom resp. parcell.

Medeltalet cystor i proven uppgick i A till 93, i B till 14 och i C till 84 med en standardavvikelse[2] av resp. ±25,5, ±7,5 och ± 26,7. Det sannolika medelfelet[3] utgjorde resp. ± 3,6, ± 1,1 och ± 1,9, motsvarande ± 3,9, ± 7,8 och ± 2,3 %. För alla tre parcellerna förefaller sålunda medeltalet vara fastställt med tillräckligt stor säkerhet.

Antalet cystor i de olika proven varierade emellertid inom vida gränser. De högsta och lägsta siffrorna voro sålunda i A 160 och 36, i B 33 och 3 samt i C 195 och 23. I B var alltså det största antalet funna cystor 11 gånger större än det lägsta, trots att avståndet mellan resp. provställen ej var större än 1,5

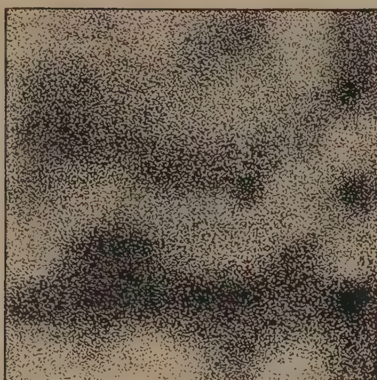
---

[1] Ett av proven från parcell C råkade därvid gå förlorat, så att antalet undersökta prov i verkligheten blott var 195.

[2] Standardavvikelsen (σ) $= \pm\sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n-1}}$, där d = vart och ett provs avvikelse från medeltalet och n = antalet prov.

[3] Sannolika medelfelet $= \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \pm \sqrt{\frac{\Sigma d^2}{n(n-1)}}$

A



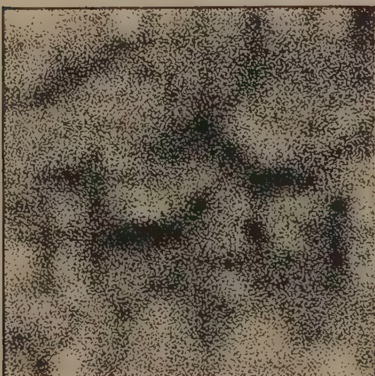
57	75	75	86	111	54	97
83	115	99	99	81	69	125
98	117	120	94	87	100	74
79	72	89	98	113	72	133
85	123	123	82	84	97	65
120	108	108	111	120	91	160
36	83	36	74	110	43	120

B



12	9	4	8	21	17	13
4	9	29	19	18	19	21
5	6	12	14	8	14	20
3	4	17	23	12	22	22
3	5	11	33	11	21	18
5	7	7	4	20	12	22
5	13	16	14	18	26	24

C



33	35	47	74	39	78	49	62	47	115	52	89	57	138
58	51	61	77	94	73	93	87	66	77	85	70	99	117
41	52	105	100	65	85	85	91	84	111	96	106	114	83
68	108	92	71	72	65	110	103	106	68	71	89	99	74
44	40	74	86	78	71	60	159	99	88	79	90	61	80
51	58	61	83	79	106	104	103	141	93	86	91	114	92
66	100	120	116	90	93	91	87	121	130	195	115	65	54
98	83	65	118	72	45	82	128	100	112	86	84	127	63
89	102	78	119	128	146	172	115	93	132	85	114	98	77
38	82	63	101	?	84	86	119	104	122	100	84	132	62
69	82	52	80	79	101	90	114	71	109	109	80	110	56
57	52	79	73	91	62	65	105	109	73	92	86	65	89
100	89	65	54	65	54	57	94	52	65	70	87	77	79
68	107	23	69	54	57	57	50	43	67	72	63	35	72

1 Mtr.

Fig. 2. Nematodcystornas fördelning på ett djup av 5—10 cm i tre olika parceller (Hälsingborg 1936).

meter. I C voro cystorna i den ena rutan ofta mer än dubbelt, någon gång t. o. m. nära 5 gånger flera än i närmast angränsande ruta, d. v. s. på ett avstånd av blott 0,25 meter. Största cystaantalet var i denna parcell 8,5 men i A blott 4,5 gånger större än det lägsta. Dessa förhållanden visa f. ö. att, som redan nämnt, variationerna med stigande cystahalt tendera att bli procentuellt mindre oberoende av deras verkliga storlek. I parcell B, där potatis veterligen ej odlats mer än 6 år i följd, var sålunda det största antalet funna cystor 1000 % större än det minsta, ehuru skillnaden blott var 30. I parcell A däremot, där potatis säkerligen odlats under minst 15 år i följd, var det största antalet blott 240 % större än det minsta, trots att skillnaden var 124, d. v. s. något mer än 4 gånger större än i B.

En närmare granskning av provsiffrorna visar emellertid att de i varje parcell gruppera sig symmetriskt kring medeltalet. I A är sålunda antalet plus- och minusavvikelser resp. 24 och 25, i B 21 och 26 och i C 93 och 96. I A falla dessutom 69,4 %, i B 63,3 % och i C 73 % av proven innanför gränserna för medelavvikelsen. Redan detta tyder på att proven äro fördelade enligt normalkurvan, och om vi ordna dem i grupper efter antalet cystor med t. ex. de prov, som ha 1—20 cystor i första gruppen, 21—40 i andra o. s. v, erhålla vi för parcellerna A och C diagram (fig. 3), som mycket nära följa normalkurvan. För parcell B däremot blir diagrammet vid denna gruppering ensidigt, eftersom cystahalten här genomgående är så låg, att medeltalet (14) kommer att ligga redan inom första gruppen. Göras grupperna mindre blir dock diagrammet även för denna parcell mera symmetriskt.

Av denna undersökning framgår att cystornas fördelning i jorden vid tillfället för provtagningen var rent slumpmässig, i varje fall i de båda parcellerna A och C. Att en sådan cystafördelning dock icke är blott ett undantagsfall utan tvärtom regel, torde framgå av vad som i det föregående sagts om förloppet av nematodernas spridning i jorden.

Som redan framhållits kunna emellertid systematiska avvikelser i jorden föranleda en tydlig stegring av nematodhalten åt ena eller andra hållet. Följden härav blir givetvis en större variation i cystahalten än vad fallet är i jord, där inga märkbara systematiska avvikelser förekomma. Fördelningskurvan kommer alltså att visa en större spridning än normalt, desto större ju hastigare cystahalten stiger och ju större det ifrågavarande området är. Genom lämplig fördelning av försöksparcellerna eliminerar man dock i möjligaste mån alla systematiska avvikelser i jorden, och de äro därför i regel föga märkbara inom en parcells starkt begränsade område.

Även i annat fall kan det inträffa att cystornas fördelning icke följer normalkurvan, nämligen när infektionen är så ny, att jorden ännu är till större delen fri från cystor. Fördelningskurvan blir då mer eller mindre sned liksom diagrammet för parcell B. Snedheten är emellertid blott temporär, och allteftersom nematodhalten stiger, blir kurvan alltmera symmetrisk.

Teoretiskt är visserligen även det motsatta fallet tänkbart, nämligen att nema-

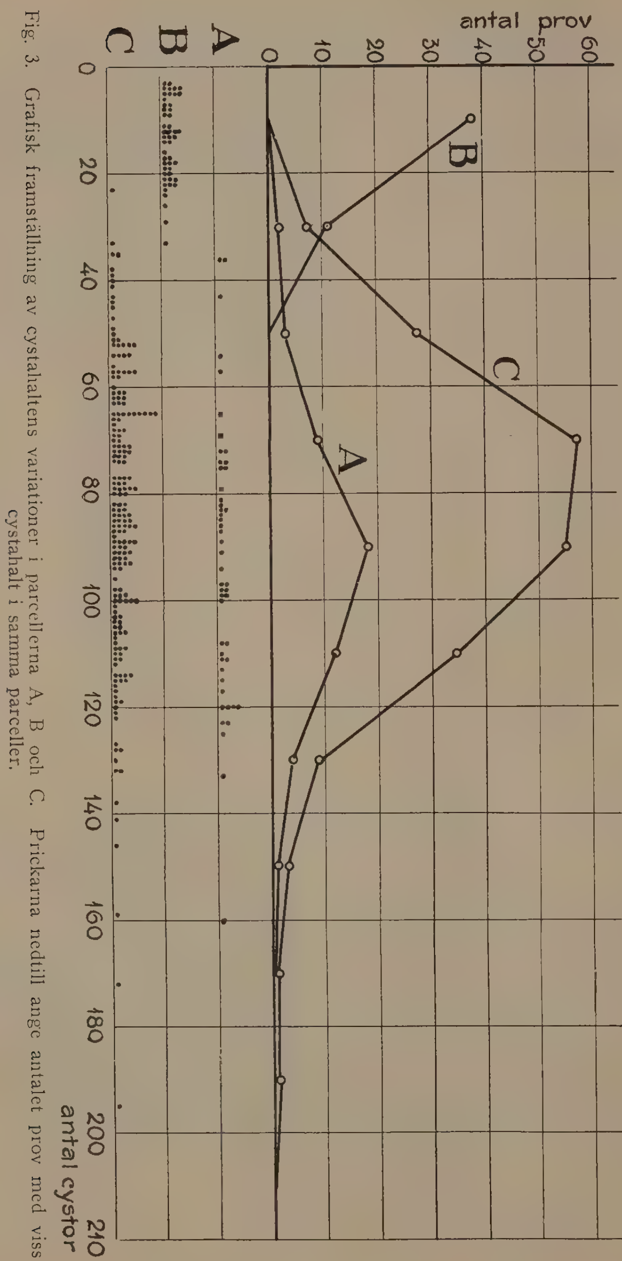


Fig. 3. Grafisk framställning av cystahaltens variationer i parcellerna A, B och C. Prickarna nedtill ange antalet prov med viss cystahalt i samma parceller.

todhalten slutligen överallt når sitt maximum, så att samtliga prov komma att innehålla samma stora antal cystor. I praktiken torde dock detta fall vara uteslutet.

I försöksparceller av måttlig storlek och utlagda på jord, som någon längre tid varit infekterad, kan man därför alltid räkna med en rent slumpmässig cystafördelning. Endast i det fall att infektionen är så ny, att cystamedeltalet ligger nära 0, kan fördelningen bli en annan.

Som redan nämnt hade de ordinarie provtagningarna inom ifrågavarande försöksområde i Hälsingborg sedan 1934 omfattat 1 prov pr kvm, d. v. s. 12 prov pr parcell, varje prov innehållande 100 kbcm jord. En sådan provtagning utfördes även 1937 och blott en eller ett par dagar tidigare än den nyss omnämnda tätare provtagningen. Dessa 12 prov undersöktes emellertid denna gång icke var för sig, utan sammanslogos parcellvis och blandades omsorgsfullt, varefter 3 lika stora parallelprov uttogos ur blandningen samt slammades och undersöktes. De härvid erhållna medeltalen för parcellerna A, B och C avveko högst betydligt från dem, som erhöllos vid den tätare provtagningen. För parcell A blev medeltalet sålunda 123 i stället för 93, d. v. s. något mer än 30 % för stort. För parcellerna B och C blev det resp. 25 och 149 i stället för 14 och 84, d. v. s. i båda fallen något mer än 75 % för stort.

Givetvis innebar provens sammanslagning införandet av ett nytt osäkerhetsmoment, men då de tre parallelproven, åtminstone vad beträffar parcellerna A och B, innehöllo ungefär lika många cystor (resp. 115, 126, 127 och 23, 25, 27 samt i C 129, 156, 163) kan det huvudsakliga felet icke ligga i otillräcklig blandning utan måste bero därpå att de ursprungliga 12 proven varit för få och tillfälligtvis till större delen kanske råkat bli tagna på sådana ställen i parcellerna, där cystahalten legat över genomsnittet.

Det är alltså tydligt att endast 12 prov pr parcell, motsvarande i det närmaste 1 prov pr kvm, i detta fall varit otillräckligt och att man sålunda bör ställa långt större krav på provtätheten.

Cystornas slumpmässiga fördelning i jorden ger oss emellertid en möjlighet att beräkna det lägsta antal prov, som bör tagas, för att ge ett tillräckligt säkert medeltal. Medeltalets osäkerhet, medelfelet, erhålles nämligen ur uttrycket $\pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ Osäkerheten, som är omvänt proportionell med $\sqrt{n}$, avtager alltså med ständigt minskad hastighet, allteftersom antalet prov ökas. Om osäkerheten vid 1 prov är $\pm$ 1, minskas den vid 2 prov till $\pm$ 0,71, vid 3 prov till $\pm$ 0,58 och sedermera vid 12, 49 och 196 prov — de antal prov som togos i parcellerna A, B och C — till resp. $\pm$ 0,29, $\pm$ 0,14 och $\pm$ 0.07.

Vid vanliga växtodlingsförsök nöjer man sig av samma skäl i allmänhet med 4 eller 5 jämförelseparceller, emedan minskningen i osäkerhet vid utläggning av ett större antal parceller ej uppväger de därigenom orsakade besvären och kostnaderna. I förevarande fall kan varje prov sägas motsvara en jämförelseparcell,

och då provtagningen i och för sig är en relativt enkel sak, kan man utan olägenhet öka provtätheten ganska långt. Den laboratoriemässiga undersökningen av proven är visserligen en mycket omständlig och tidsödande procedur, men då den i hög grad kan underlättas genom sammanslagning av proven gruppvis, vartill vi återkomma längre fram, bör det icke möta några betänkligheter att taga inemot ett 50-tal prov i en parcell.

Då summan av proven av lätt insedda skäl bör representera parcellen i dess helhet, är det av viss vikt att provställena fördelas så jämnt som möjligt. Antalet prov bör därför vara produkten av två hela tal, vilka förhålla sig till varandra som parcellens sidor, och bör i någon mån även rätta sig efter parcellens storlek. I kvadratiska parceller tar man därför helst 36, 49 eller 64 prov. Medan osäkerheten vid 49 prov är $\pm$ 0,14 σ, sjunker den vid 64 prov ej längre än till $\pm$ 0,125 σ, d. v. s. med 0,015 σ eller i genomsnitt 0,001 σ pr prov. Mer än 49 prov torde man därför aldrig behöva, vilket i parceller av samma storleksordning som Hälsingborgsparcellerna motsvarar 4 prov pr kvm. Bibehåller man ständigt denna provtäthet, ändras emellertid totala antalet prov med parcellens storlek. I mycket små parceller skulle således antalet prov kunna bli alltför litet för att ge tillräckligt säkert medeltal och i mycket stora parceller åter skulle det kunna bli ohanterligt stort. I parceller av vanlig storlek, d. v. s. 10—30 kvm torde alltså provtätheten böra variera mellan 4 och 2 prov pr kvm. I parceller, som äro mindre än 10 kvm, torde böra rekommenderas upptill 9 prov pr kvm, medan i parceller, som äro större än 30 kvm, provtätheten utan olägenhet kan minskas till 1 prov pr kvm eller ev. ännu längre. I de av SMITH och PRENTICE utlagda provytorna torde alltså omkring 1 prov pr kvm, d. v. s. alltsomallt 45—68 prov i stället för 10, ha varit önskvärt.

Om emellertid cystahaltens variationer äro ensidiga, vilket som nämnt inträffar när infektionen är mycket svag, kan ej längre uttrycket $\pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ användas som mått på osäkerheten. Vi behöva emellertid här blott taga i betraktande att, eftersom cystahalten aldrig kan vara lägre än 0, plusvarianterna alltid måste bli flera än minusvarianterna, och då det just är plusvarianterna, som härvidlag ha störst intresse, fordras det i jord med låg cystahalt icke större provtäthet än i annan jord.

* *
*

För att underlätta den tidsödande undersökningen av proven i laboratoriet kan man med fördel slå tillsamman proven gruppvis. Skall emellertid detta ske utan att resultatets tillförlitlighet äventyras, måste givetvis alla prov vara lika stora och sedermera omsorgsfullt blandade. Uppfyllas dessa villkor, måste det sammansatta provet ge alldeles samma värde på cystahalten som om denna beräknats efter behandling av varje enkelt prov för sig.

Någon tillförlitlig siffra på standardavvikelsen tillåta dock ej dessa samman-

satta prov. En viss uppfattning om dennas storlek kan man dock få, om man sammanslår de enkla proven så, att de sammansatta proven icke representera hela parcellen utan blott vissa parcellavsnitt, som bestämmas med hänsyn till parcellens storlek och form.

Ett för viss jord under alla förhållanden användbart värde på standardavvikelsen eller medelfelet kan däremot knappast erhållas, i varje fall icke med vår nuvarande kännedom om potatisnematodens biologiska förhållanden. Visserligen ha SMITH och PRENTICE vid sina förut nämnda undersökningar i Lancashire och Cheshire gjort ett försök i denna riktning. Deras undersökningar gällde dels sandblandad mulljord (peaty sand), dels mulljord (peat). Ur de vid bestämning av cystahalten i en provyta på vardera jorden erhållna siffrorna beräknade de ett totalt medelfel av för sandjorden 14 % och för torvjorden 11 %, vilka siffror de sedermera använde vid beräkningen av cystahalten i övriga provytor på dessa jordar i trakten, trots att antalet cystor där uppgives ha varierat från 0—6270 pr liter jord. Ett sådant förfaringssätt synes mig emellertid principellt oriktigt, därför att det ej blott är jordens beskaffenhet utan även gödslingen, jordfuktigheten o. s. v. men framför allt nematodinfektionens ålder och jordens mer eller mindre ofta upprepade användning till potatisjord, som reglera cystahalten. Ju äldre infektionen är och ju oftare potatis odlas, desto högre blir cystahalten och desto lägre standardavvikelse och medelfel.

* *
*

När det blott är fråga om ytprov, d. v. s. prov av jord från ett djup av blott 5—10 cm., kan man, som inledningsvis berörts, nöja sig med ett kärl av bestämd volym, varmed strukna mått tagas. Sådana ytprov ge god uppfattning om cystahaltens variationer och ägna sig väl för att avgöra, huruvida ett område överhuvudtaget är lämpligt för t. ex. vissa bekämpningsförsök.

Då emellertid cystahalten normalt avtager med djupet, ge dessa ytprov alltför höga värden, så snart det t. ex. gäller att sätta potatisplantornas avkastning i relation till nematodfrekvensen. För bestämningar av cystahalten i sådant syfte måste man därför taga jordproven så att de representera såväl ytjord som djupare jordskikt. I allmänhet torde man ej behöva gå djupare ned än till omkring 25 cm, vilket säkerligen är tillräckligt med hänsyn till att cystorna intill detta djup ännu äro jämförelsevis talrika, medan de djupare ned börja förekomma mera sparsamt. För provtagningar ned till 25 centimeters djup kan man givetvis endast använda ett jordborr, som dock naturligtvis måste uppfylla alla krav på ett gott sådant, d. v. s. tillåta upptagandet av en icke alltför starkt sammanpressad jordpelare samt vara lätt att tömma och rensa. För att på enklaste sätt kunna uttrycka cystahalten genom angivande av antalet cystor pr liter jord, böra jordproven helst innehålla 50 eller 100 kbcm jord, vilket för ett provtagningsdjup av 25 cm. förutsätter en jordborrsdiameter av resp. 16 eller 22,6 mm.

Provens bearbetning i laboratoriet.

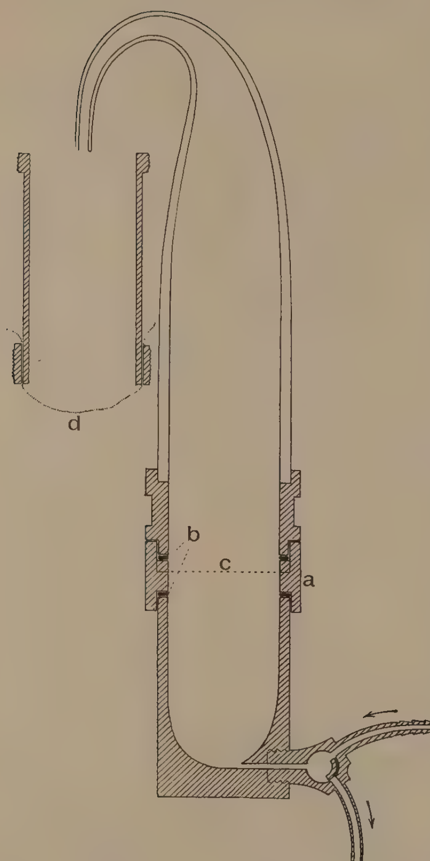


Fig. 4. Genomskärning av slamningsapparaten: a mellanstycke, b gummipackningar, c metallnät, d siktduk.

I laboratoriet måste proven före slamningen lufttorkas och söndersmulas samt jorden i de sammansatta proven omsorgsfullt blandas. Efter slamningen följer så räkningen av cystorna.

Jordproven från anstaltens försök förvaras i allmänhet i starka, täta tygpåsar. Torkningen sker på rymliga hyllor i väl genomluftad lokal, där ingen risk för mögelbildning förefinnes.

Sedan de lufttorkade proven söndersmulats på enklaste sätt, befrias de genom siktning från småsten och andra grövre inblandningar.

Av största vikt är att provjorden blir tillräckligt väl blandad. Detta kan visserligen ske t. ex. genom att man rör om jorden i ett tillräckligt rymligt kärl, men resultatet blir då starkt beroende av tillfälligheter och följaktligen mycket osäkert. Lämpligast är därför att använda en lagom stor blandningstrumma av den typ, som användes vid utsädesbetning. Vrider man denna med jämn hastighet viss tid eller visst antal varv erhåller man praktiskt taget alltid samma blandningsresultat. Varvantal och vridhastighet måste dock först genom en serie försök fastställas för olika jordmängd och olika jordslag.

Vad själva slamningen beträffar, kan denna givetvis utföras enligt tidigare brukade metoder (MORGAN, BAUNACKE, KEMNER), men då dessa i längden visa sig alltför tidsödande och ej heller alldeles utesluta felkällor av olika slag — till större delen beroende på vem, som utför slamningen — har en automatisk slamningsapparat konstruerats och tillverkats vid anstalten (fig. 4 och 5).

Denna apparat är så inrättad att vatten genom ett nedtill anbragt, excentriskt tillopp bringas att under ständig rotation genomspola ett långsträckt, upptill av-

smalnande och omböjt kärl. Den jord, som inlagts i apparaten, befrias därigenom från cystor och lättare jordpartiklar, vilka spolas ut och uppfångas på ett stycke siktduk.

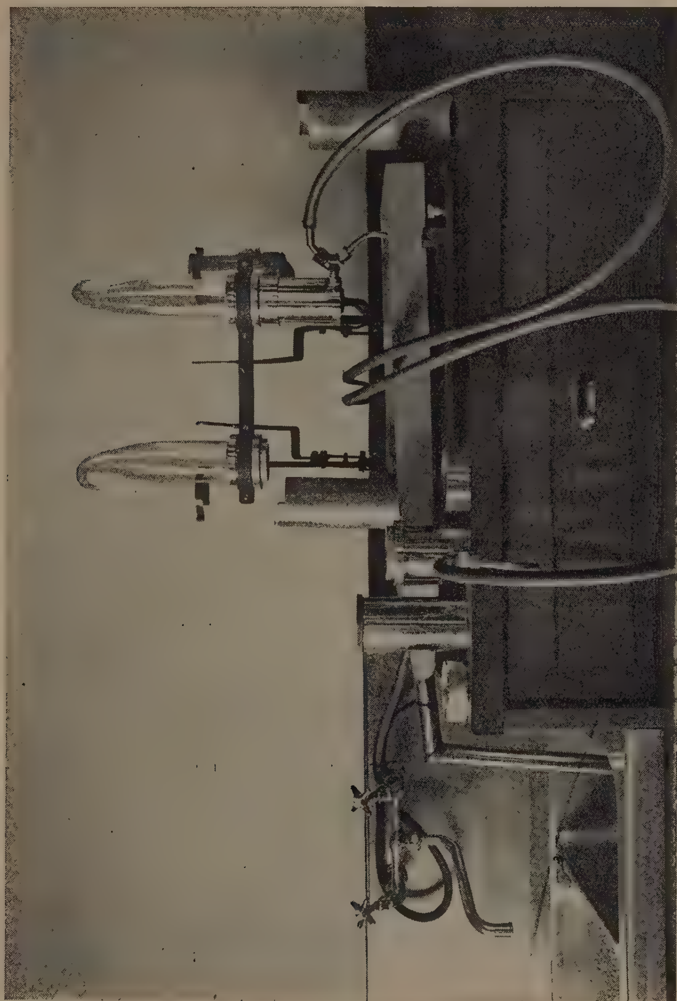


Fig. 5. Två monterade slamningsapparater, den vänstra söndertagen. Framtill vid bordskanten från vänster siktcylindern och dess ring samt understycket och mellanstycket. I baljan och t. h. därom de båda stänkskydden.

Apparaten består av tre delar. Den undre, i vilken jordprovet inlägges, är av metall och har nedtill på utsidan en omställbar kran, med vilken apparatens fyllning och tömning regleras. Tilloppsröret förenas genom en kraftig gummislang med närmaste vattenledning. Mellanstycket, som likaledes är av metall, är för-

sett med ett metallnät, med omkring 3 mm. vida maskor, vilket hindrar alltför stora partiklar att följa med vattenströmmen och ev. täppa till utloppet. Överdelen är av starkt glas och fastgjuten i en kort metallcylinder, som i sin tur medelst en järnram är stadigt fäst vid arbetsbordet och på lagom höjd över detta. Genom särskild hävarm hållas mellanstycke och underdel fast vid överdelen, och genom inlagda gummiringar förhindras vatten att sippra ut under arbetet.

Under det omböjda utloppet upptill är placerad en tämligen lång, i båda ändar öppen metallcylinder, vilkens nedre öppning spärras med ett stycke silkesiktduk, på vilken cystor och finare jordpartiklar uppfångas. Siktduken bör lämpligen ha 19—21 hål pr cm. Den fastsättes medelst en påträdd metallring, men bör ej vara hårt spänd utan helst hänga som en liten påse under cylindern, så att slamprovet kommer att samlas på dukens mitt.

Under apparaten står en låg zinkbalja med avlopp för spolvattnet. I baljan står slutligen under siktdukten ett stänkskydd, bestående en enkel zinkcylinder med urtagningar nedtill.

Vattnet får ej strömma alltför hastigt genom apparaten, vilket blott skulle förorsaka en onödigt stor anhopning av jord på siktduken. Genom några få försök utrönes den lämpligaste strömhastigheten. Genom en enkel stoppanordning på vattenkranen kan hastigheten utan svårighet hållas tillräckligt konstant, förutsatt att trycket i själva vattenledningen ej varierar inom alltför vida gränser.

De vid anstalten använda slamningsapparaterna äro avpassade för 50 kbcm jord. Proven färdigslammas på 5 minuter, efter vilken tid siktcylindern lyftes bort. Cystor, som eventuellt kunna ha stänkt upp på dess innersida, spolas ned på själva siktduken, som därpå lösgöres och lägges direkt under mikroskopet. Fördelarna med denna apparat äro dels att den fullständigt rensar jordprovet från cystor, vilka alla uppfångas på en och samma sikt, dels att den, sedan jordprovet ilagts och vattnet påsläppts, icke fordrar någon tillsyn, förrän slamprovet är färdigt för undersökning. Ingen tid behöver sålunda användas för provens omskakning eller omrörning i vattnet, upprepad dekantering o. s. v.

För undersökning av slamprovet användes lämpligen ett binokulärt preparationsmikroskop med stort synfält och omkring 20 gångers förstoring, samt apterat på en i sidled vridbar arm.

Storleken av det på siktdukten uppfångade slamprovet beror rätt mycket på hur finfördelad jorden i provet är. Ler- och mulljord ge sålunda i allmänhet större slamprov än sandjord. Är slamprovet litet, lägges hela siktduken i en låg vit glasskål, som innehåller tillräckligt mycket vatten för att provet lätt skall kunna fördelas i ett tunt lager på siktduken. Därefter utplockas cystorna med hjälp av lancett, pincett eller eventuellt en pipett. Är slamprovet däremot större, undersökes det portionsvis på samma sätt.

Beräkning av nematodhalten med hänsyn till cystornas innehåll.

De flesta undersökningar av cystahalten avse som nämnt framför allt att ge så tillförlitliga värden som möjligt på jordens nematodhalt vid ett visst tillfälle, så att man t. ex. med ledning därav kan beräkna nematodernas förökning sedan en föregående undersökning. Enbart cystornas antal pr viss mängd jord säger dock i och för sig ingenting, ej minst därför att ett större eller mindre antal larver av potatisnematoden alltid torde finnas fritt i jorden. Dessa fria larver kunna vi emellertid här ej taga hänsyn till, då det för bestämning av deras antal erfordras en helt annan undersökningsmetodik, som är alltför tidsödande för att kunna komma ifråga annat än i undantagsfall.

En annan felkälla ligger däri, att cystorna så småningom tömmas på sitt levande innehåll. Förhållandet mellan antalet cystor i olika tömningsstadier är emellertid icke konstant utan underkastat ganska stora växlingar. Är t. ex. nematodhalten i stigande, finner man att de fulla cystorna äro påfallande talrika, är den åter i avtagande, överväga de tomma, och detta desto mera, ju längre avtagandet fortsätter. Om man vid provtagningarna skulle betrakta alla cystor såsom likvärdiga och utan vidare räkna samman dem, skulle man därför alltid ge cystahalten för höga värden, och felet skulle bli desto större, ju tommare cystorna vore. Liksom man vid varje räkning av cystor i avsikt att få ett värde på nematodhalten aldrig medtager de fullständigt tomma cystorna, bör man givetvis också taga hänsyn till innehållet i de övriga cystorna och ge dem ett däremot svarande värde. Visserligen växlar antalet ägg ganska mycket redan hos de fulla cystorna, men vad dem beträffar kan man alltid betjäna sig av ett medeltal.

Det hade givetvis varit värdefullt om man i stället för systorna hade kunnat räkna äggen och larverna i dem eller åtminstone kunnat göra en uppskattning av varje cystas innehåll, men detta är tyvärr av praktiska skäl uteslutet, så snart det är fråga om undersökning av ett större antal prov.

För att ge en uppfattning om det arbete, som dessa provundersökningar kräva, kan framhållas att under år 1938, då anstaltens försöksparceller i Hälsingborg och Norrköping samt vid institutionen tillsammans omfattade 1440 kvm, alltsomallt 5542 jordprov togos från dem. Genom sammanslagningar reducerades emellertid provantalet, så att blott 390 slamprov om 50 kbcm undersöktes. Då antalet cystor ofta uppgick till mer än 2500 pr liter jord, sorterades och räknades alltså omkring 100000 cystor enbart i 1938 års prov.

Under sådana förhållanden är det alldeles otänkbart att man utan en ganska stor personal skulle kunna göra en noggrannare undersökning av varje cysta. Tillvägagångssättet måste därför bli ett annat.

I fråga om betnematoden betecknade BAUNACKE såsom tomma de cystor, som givit ifrån sig minst 90 % av sitt innehåll, och såsom fulla dem, som ej förlorat mer än högst 20 % därav. Tillämpas en liknande indelningsgrund även ifråga om potatisnematoden, varvid man dock bör beteckna som fulla dem, som givit ifrån sig högst 10 % av innehållet, blir det ganska lätt att ur mängden utslam-

made cystor utplocka de fulla och de tomma. De återstående cystorna, d. v. s. de som ha kvar 10—90 % av sitt innehåll och vanligen utgöra huvudmassan av cystorna, är det däremot mycket svårt att indela i bestämda grupper. I allmänhet förefalla emellertid de cystor, som förlorat mer än hälften av sitt innehåll, vara ungefär lika många som de, som förlorat mindre än hälften. Summan av det levande innehållet i samtliga dessa cystor bör sålunda vara tillnärmelsevis hälften så stort som i lika många fulla cystor, varför de 10—90 % fulla cystorna utan åtskillnad torde kunna betraktas och räknas såsom halvfulla.

I anstaltens försök har cystahalten av detta skäl beräknats såsom summan av hela antalet fulla och halva antalet halvfulla cystor, allt naturligtvis pr liter jord.[1] Eftersom det i de flesta fall är de halvfulla cystorna, som äro de talrikaste, bli visserligen härigenom skillnaderna mellan siffrorna för de olika parcellernas cystahalt mindre utpräglade, men i stället bli de erhållna värdena i de allra flesta fall betydligt riktigare än om alla cystor värderats lika.

För att kunna bedöma det fel som från fall till fall uppstår vid beräkning av cystahalten på detta sätt, måste man ha en betydligt bättre kännedom om potatisnematodens utveckling än vad man f. n. har. Framför allt är det nödvändigt att veta dels hur länge cystorna under olika förhållanden kunna ligga i jorden innan de fullständigt tömts på sitt innehåll, dels även hur många procent av larverna, som årligen kläckas och utvandra ur cystorna, och dels slutligen förökningshastigheten. Undersökningar häröver ha visserligen påbörjats vid anstalten, men då de givetvis taga åtskilliga år i anspråk, får man tillsvidare för detta ändamål söka utnyttja vad man f. n. vet eller kan sluta sig till.

Gjorda iakttagelser visa sålunda att potatisnematodens cystor under ogynnsamma förhållanden kunna ligga i jorden i 8 år eller ännu längre innan de blivit fullständigt tömda. Då emellertid potatisplantornas rötter otvivelaktigt påskynda tömningen, torde man kunna antaga att i jord, där under några år i följd endast potatis odlats, redan 3—4-åriga cystor skola vara alldeles tomma. Sannolikt är också att de procentuellt flesta larverna utvandra redan från de 1-åriga cystorna. Vi kunna vidare, att döma av resultaten från anstaltens försök, antaga att potatisnematoden förökar sig jämförelsevis långsamt t. o. m. vid ständig tillgång på potatis. Under 1937 ökades t. ex. den genomsnittliga cystahalten i samtliga kontrollparceller i ett av försöken med blott 23 %. Ett par regniga somrar ökades den dock med omkring 50 %, medan den några torra somrar var ungefär konstant eller t. o. m. visade tendens att avtaga.

Om vi nu antaga dels att de 1-åriga cystorna genom kläckning av äggen och de ur dem framkomna larvernas utvandring förlora 50 % av sitt innehåll, samt att de 2- och 3-åriga cystorna på samma sätt förlora ytterligare resp. 30 % och 20 % av innehållet, så att alla 4-åriga cystor äro tomma, dels att de fulla cystorna i medeltal innehålla 200 ägg och dels slutligen att förökningskoefficienten

[1] Undantag härifrån har givetvis gjorts vid undersökningar över t. ex. cystornas fördelning i jorden, varvid alla cystor värderats lika.

är t. ex. 1,5, kunna vi uppställa vidstående tabell för cystahaltens successiva ökning i en viss kvantitet jord, som infekterats med 100 nybildade cystor, och som årligen undersökes efter varje vegetationsperiods slut. Dessa 100 cystor måste sålunda innehålla 20000 ägg samt följande år leverera 10000 larver. För att totala antalet i cystorna befintliga ägg (och ev. larver) vid andra årets slut skall kunna uppgå till 30000, fordras alltså att de 10000 utvandrade larverna under året givit upphov till 100 nya cystor med sammanlagt 20000 ägg. Tredje året ge sedan de 100 äldsta, nu 2-åriga cystorna ifrån sig ytterligare 6000 larver, medan de 100 under andra året bildade och nu alltså 1-åriga cystorna ge ifrån sig 10000 larver. I dessa 200 1- och 2-åriga cystor böra sålunda vid tredje årets slut återstå alltsomallt 14000 ägg. För att vi då likväl i cystorna skola ha en totalsumma av 45000 ägg, måste således de utvandrade 16000 larverna ha bildat 155 nya cystor med 31000 ägg o. s. v.

Av tabellen framgår nu att fr. o. m fjärde året summan $F + \frac{H}{2}$ ej är fullt 10 %, men summan F + H nära 50 % större än summan av samtliga cystors infektionsvärde.[1] Varieras förutsättningarna, få vi givetvis något andra värden. Antaga vi t. ex. att förökningskoefficienten är 2, blir $F + \frac{H}{2}$ fr. o. m. fjärde året blott 5,8 % och F + H 34,6 % större än infektionsvärdesumman.

I verkligheten äro förhållandena naturligtvis ingalunda så enkla, som dem jag här utgått ifrån, utan tvärtom ytterst komplicerade. Sålunda varierar förökningskoefficienten som nämnt år från år allt efter nederbörd, temperatur o. s. v., men framför allt med tillgången på näringsväxter. Vidare måste man antaga att sekundära infektioner av växlande styrka alltemellanåt äga rum, och att även dessa i sin tur i någon mån bidraga till de komplicerade förhållandena.

Vilka förutsättningar vi än utgå ifrån — en enda eller flera med oregelbundna mellantider inträffande infektioner, olika stark förökning under olika år, varierande tömningshastighet hos cystorna o. s. v. — visar det sig alltid att, så länge förutsättningarna naturligtvis icke strida mot kända fakta eller mot vad som måste anses vara sannolikt, summan $F + \frac{H}{2}$ mycket nära överensstämmer med infektionsvärdesumman eller i varje fall kommer denna betydligt närmare än summan F + H.

Så snart det gäller att med ledning av cystahalten göra en noggrannare beräkning av nematodförökningen torde det alltså vara lämpligast — åtminstone tillsvidare — att ange cystahalten såsom summan av hela antalet fulla och halva antalet »halvfulla» cystor. Undersökningen kan härigenom i hög grad förenklas utan att resultatets noggrannhet nämnvärt förringas.

[1] En cystas infektionsvärde = dess äggantal: medeltalet ägg i de fulla cystorna. F = fulla, H = halvfulla cystor.

Tabell I.

År	Fulla cystor		1-åriga cystor		2-åriga cystor		3-åriga cystor		Summa ägginnehåll i samtliga cystor vid årets slut	Summa infektionsvärde	F + H/2		F + H	
	Antal	Ägginnehåll vid årets slut	Antal (avge under året 50 % av sitt innehåll)	Återstående innehåll vid årets slut	Antal (avge under året ytterligare 30 % av sitt innehåll)	Återstående innehåll vid årets slut	Antal (avge under året de sista 20 % av sitt innehåll)	Innehåll vid årets slut			Summa	% fel	Summa	% fel
1	100	20,000							20,000	100	100	0,0	100	0,0
2	100	20,000	100	10,000					30,000	150	150	0,0	200	+ 33,3
3	155	31,000	100	10,000	100	4,000			45,000	225	255	+ 13,3	355	+ 57,8
4	240	48,000	155	15,500	100	4,000	100	0	67,500	338	368	+ 8,9	495	+ 46,4
5	355	71,050	240	24,000	155	6,200	100	0	101,250	506	553	+ 9,3	750	+ 48,2
6	534	106,750	355	35,525	240	9,600	155	0	151,875	759	832	+ 9,6	1,129	+ 48,7
7	801	160,228	534	53,375	355	14,210	240	0	227,813	1,139	1,246	+ 9,4	1,690	+ 48,4
8	1,201	240,255	801	80,114	534	21,350	355	0	341,719	1,709	1,869	+ 9,4	2,536	+ 48,4
9	1,802	360,404	1,201	120,128	801	32,046	534	0	512,578	2,563	2,803	+ 9,4	3,804	+ 48,4
10	2,703	540,614	1,802	180,202	1,201	48,051	801	0	768,867	3,844	4,205	+ 9,4	5,706	+ 48,4

ZUSAMMENFASSUNG.

Im Jahre 1922 wurde das Kartoffelälchen, *Heterodera Schachtii* SCHMIDT *subsp. rostochiensis* WOLL., zum ersten Male in Schweden bei Högsjö in Södermanland gefunden. 1928 fand man es im Nordwesten Schonens, wo es im ganzen Küstengebiete zwischen den Städten Hälsingborg und Ängelholm allgemein verbreitet war. Zahlreiche neue Fundorte wurden auch in den nächstfolgenden Jahren in Schonen entdeckt. 1933 fand man es in der Stadt Norrköping und ihrer nächsten Umgebung. Seitdem ist es an so vielen Orten gefunden worden, dass es jetzt als ein in ganz Südschweden allgemein verbreitetes Tierchen anzusehen ist. Das Verzeichnis (S. 3) nimmt die Orte auf, wo es bis zur Mitte des Sommers 1939 gefunden wurde.

Um die weitere Verbreitung des Schädlings zu verhindern, wurde im Jahre 1932 gesetzlich verboten, Kartoffeln und Tomaten in verseuchtem Boden anzubauen und Erde, Kompost und Pflanzenabfall von verseuchten Gebieten wegzuführen. Ferner wurde auch ein jeder, der wusste oder vermutete, dass sein Grundstück vom Kartoffelälchen verseucht war, verpflichtet, die Pflanzenschutzanstalt davon sofort in Kenntnis zu setzen. Nach der Entdeckung, dass der Schädling tatsächlich in ganz Südschweden verbreitet war, wurde das Anbauverbot für Kartoffeln und Tomaten aufgehoben, und nunmehr ist es — vom Jahre 1939 an — gestattet, diese Pflanzen in verseuchtem Boden, freilich nur jedes dritte Jahr, anzubauen.

Schon 1927 wurden bei der damaligen entomologischen Abteilung der Zentralanstalt für landwirtschaftliches Versuchswesen von KEMNER Untersuchungen über die Biologie des Kartoffelälchens gemacht und Bekämpfungsversuche angestellt. Seine Ergebnisse veröffentlichte KEMNER im Jahre 1929. Freilandversuche wurden in Hälsingborg schon 1928 und in Norrköping 1934 angefangen, zum Teil als Parallelversuche zu den bei der Anstalt angestellten Topfversuchen.

Methoden zur Bestimmung des Nematodengehaltes des Bodens.

1. Die Probenahme im Feldboden.

Als Mass des Nematodengehaltes des Bodens ist nach KEMNER die Anzahl der in einem Liter Erde befindlichen Nematodenzysten anzuwenden.

Grundsätzlich ist eine Bestimmung der Zystenanzahl sehr einfach, tatsächlich ist sie aber sehr schwierig, weil verschiedene Fehlerquellen ihre Zuverlässigkeit beeinträchtigen. Sehr grosse Fehler entstehen vor allem, wenn die Proben im Felde nicht genügend dicht genommen werden. Nimmt man die Proben immer zu spärlich, so scheint der Zystengehalt von Jahr zu Jahr sehr launenhaft und ohne nachweisbarem Zusammenhang mit den bekannten äusseren Faktoren, wie Niederschlag, Temperatur, Düngung u. s. w., zu variieren. So hat es sich z. B. herausgestellt, dass sogar eine Anzahl von 12 Proben in 12 qm grossen Parzellen so unsichere Mittelwerte ergiebt, dass dabei der Fehler zuweilen 75 % desselben betragen kann. Es ist ohne weiteres klar, dass je dichter die Proben genommen werden, um so grösser muss die Zuverlässigkeit der Bodenprüfung werden. In welchem Masse die Zuverlässigkeit mit steigender Probedichte steigt, beruht aber auf die Verteilung der Zysten im Boden.

Wenn man die Lebensweise des Kartoffelälchens und die Art seiner Verbreitung in Betracht zieht, dann geht hervor, dass die Verteilung der Zysten in den meisten Fällen rein zufällig und die Verteilungskurve somit eine normale Variationskurve sein muss.

In einem verseuchten Acker wird der Zystengehalt des Bodens, wie bekannt, mit der Zeit allmählich ausgeglichen, und das Endergebnis wird entweder eine über den ganzen Acker im Grossen und Ganzen gleichförmige Zystenverteilung sein oder eine z. B. durch systematische Abweichungen in der Beschaffenheit des Bodens bedingte Steigerung des Zystengehaltes in irgend einer Richtung des Ackers.

Die Zystenverteilung im Kleinen aber muss stets grossen Schwankungen unterliegen, da sie von dem jährlich immer etwas wechselnden Verlaufe der Wurzelfäden der Kartoffelpflanzen bedingt wird. In jedem beliebigen Erdklümpchen, in welchem das eine Jahr sehr viele Zysten sich gebildet haben, kann die Zystenbildung das nächste Jahr sehr gering werden oder sogar ausbleiben; sie kann aber ebensowohl mehrere Jahre hindurch sehr erheblich sein, so dass die Zystenzahl schliesslich auffallend gross wird. Eine gewisse Bedeutung für diese Zystenverteilung im Kleinen muss ferner auch die Bodenbearbeitung haben, da die Zysten beim Graben und Pflügen oder bei der Kartoffelernte eine kleine Strecke verschoben werden können.

Der allmähliche Ausgleich des Zystengehaltes eines Ackers bedeutet somit nur, dass die Mittelwerte des Zystengehaltes in verschiedenen Teilen des Ackers einander immer näher kommen, ohne dass dadurch die Grösse der Variationen des Zystengehaltes um jeden Mittelwert herum beeinflusst wird. Mit steigendem Zystengehalt zeigen die Variationen jedoch eine Tendenz sich prozentuell zu verringern, auch wenn sie in der Tat ebenso gross bleiben oder sogar vergrössert werden.

Um zu untersuchen, ob die Verteilung der Zysten im Boden nun wirklich zufällig ist oder nicht, wurde im Frühjahre 1937 der Zystengehalt dreier Parzellen in Hälsingborg genau festgestellt. Die Parzellen, hier A, B und C genannt, wurden in kleine Vierecke geteilt, die in A und B je $^1/_4$, in C aber je $^1/_{16}$ qm gross waren. In der Mitte jedes Vierecks wurde zuerst die oberflächliche Erde entfernt und dann eine 100 ccm grosse Bodenprobe aus einer Tiefe von 5—10 cm herausgeholt, d. h. aus jener Tiefe, wo die Zysten gewöhnlich am zahlreichsten sind. Da jede Parzelle 12,25 qm gross war, wurden dadurch in A und B je 49 und in C 196 Proben erhalten, welche vereinzelt untersucht wurden. Die Zystenzahlen der einzelnen Proben gehen aus der Figur 2 hervor, die auch die ungefähre Zystenverteilung der drei Parzellen veranschaulicht.

Der Mittelwert der in den Proben gefundenen Zystenzahlen war in A 93, in B 14 und in C 84, mit einer Standardabweichung von bzw. ± 25,5, ± 7,5, und ± 26,7. Der wahrscheinliche mittlere Fehler war bzw. ± 3,6, ± 1,1, und ± 1,9, was ± 3,9 %, ± 7,8 % und 2,3 % entspricht. Eine nähere Prüfung der einzelnen Zystenzahlen zeigt, dass sie sich in jeder Parzelle symmetrisch um den Mittelwert gruppieren. Ausserdem liegen in A 69,4 %, in B 63,3 % und in C 73 % der Zahlen innerhalb der Grenzen der mittleren Abweichung. Schon diese Verhältnisse deuten dahin, dass sich die Zahlen, wie zu erwarten war, nach der normalen Variationskurve verteilen. Gruppieren wir nun die Proben nach ihren Zystenzahlen mit z. B. den Proben, welche 1—20 Zysten haben, in der ersten Gruppe und die mit 21—40 Zysten in der zweiten u. s. w., so erhalten wir auch, wenigstens für die Parzellen A und C, Diagramme, welche sich der Variationskurve nahe anschliessen (Fig. 3). Für die Parzelle B wird aber das Diagramm bei dieser Gruppierung einseitig, weil der Zystengehalt hier so gering ist, dass der Mittelwert (14) schon in der ersten Gruppe liegt. Machen wir jedoch die Gruppen kleiner, wird das Diagramm auch für diese Parzelle mehr symmetrisch ausfallen.

Diese Untersuchung zeigt, dass die Verteilung der Zysten zur Zeit der Probenahme eine rein zufällige war, wenigstens in den Parzellen A und C. Dass aber eine solche Verteilung keine Ausnahme sondern vielmehr die Regel ist, dürfte aus dem oben gesagten hervorgehen. Kommen nun systematische Abweichungen im Boden vor, oder ist der

Zystengehalt so gering, dass der Boden so gut wie zystenfrei ist, so wird die Verteilungskurve mehr oder weniger einseitig ausfallen.

In nicht zu grossen Parzellen eines Bodens, der genügend lange Zeit hindurch verseucht war, kann man folglich immer mit einer rein zufälligen Zystenverteilung rechnen. Die notwendige geringste Dichte der Bodenproben können wir demnach aus der Formel $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ berechnen, welche den mittleren Fehler, d. h. die Unsicherheit des Mittelwertes, ausdrückt. Die Unsicherheit ist also mit $\sqrt{n}$ umgekehrt proportional und sinkt demnach mit stets abnehmender Geschwindigkeit, je nachdem die Anzahl der Proben steigt. Nehmen wir an, dass die Unsicherheit bei einer Probe ± 1,0 ist, ist sie bei zwei Proben ± 0,71, bei drei Proben ± 0,58 und bei 49 und 196 Proben — wie in den Parzellen A, B und C — ± 0,14 bzw. ± 0,07.

In der landwirtschaftlichen Versuchstechnik begnügt man sich aus gleichem Grunde in der Regel mit 4 oder 5 Vergleichsparzellen, weil die durch eine noch grössere Parzellenzahl erreichte Abnahme der Unsicherheit die dadurch enwachsenen Kosten nicht rechtfertigt. Da in diesem Falle aber jede Probe einer Vergleichsparzelle entspricht und da das Nehmen der Proben an und für sich eine ziemlich einfache Sache ist, kann man ohne Nachteil die Probefrequenz sehr weit steigern. Die Untersuchung der Proben im Laboratorium ist freilich sehr weitläufig und zeitraubend; da sie aber durch Zusammenschlagen der Proben sehr erleichtert werden kann, so könnte man ohne Bedenken bis zu etwa 50 Proben von jeder beliebigen Parzelle nehmen.

Da die Proben so weit wie möglich über alle Teile einer Parzelle unterrichten sollen, empfiehlt es sich, die Probestellen so gleichförmig wie möglich zu verteilen. Die Anzahl der Proben muss deshalb ebenso gross sein wie das Produkt zweier Zahlen, welche sich zu einander verhalten wie die Seiten der Parzelle; sie muss sich übrigens einigermassen nach der Grösse der Parzelle richten. Während die Unsicherheit bei 49 Proben ± 0,14σ ist, sinkt sie bei 64 Proben nur bis zu ± 0,125σ, d. h. mit 0,015σ oder durchschnittlich 0,001σ mit jeder Probe. Es ist also unnötig, in einer quadratischen Parzelle mehr als 49 Proben zu nehmen, was in einer Parzelle derselben Grösse wie die oben erwähnten Parzellen A, B und C einer Dichte von 4 Proben je qm entspricht. Verwertet man immer dieselbe Probefrequenz, so wird die Anzahl der Proben in grossen Parzellen unbequem gross, in kleinen Parzellen dagegen zu klein, um einen zuverlässigen Mittelwert zu gestatten. In Parzellen gewöhnlicher Grösse, d. h. 10—30 qm, dürfte man also am liebsten 4—2 Proben von je ein qm nehmen. In Parzellen, die kleiner als 10 qm sind, empfiehlt es sich, bis zu 9 Proben von je ein qm zu nehmen. In Parzellen, die grösser als 30 qm sind, kann man sich aber sehr wohl mit einer Probe von je ein qm oder mit einer noch geringeren Probefrequenz begnügen.

Sind aber die Variationen des Zystengehaltes einseitig, so lässt sich die Formel $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ nicht mehr als Mass der Unsicherheit verwenden. Da aber in diesem Falle die Plusabweichungen, die uns hier am meisten interessieren, viel zahlreicher sind als die Minusabweichungen, so ist leicht einzusehen, dass die Proben in einem zystenarmen Boden nicht dichter genommen werden sollen als in stark verseuchtem Boden.

Um die zeitraubende Untersuchung der Proben im Laboratorium zu erleichtern, empfiehlt es sich die Proben gruppenweise zusammenzuschlagen, wobei jedoch zu beachten ist, dass alle ursprüngliche Bodenproben gleich gross sein und nachher sorgfältig gemengt werden müssen. Die Sammelprobe muss dann denselben Mittelwert für den Zystengehalt ergeben, als ob dieser nach Untersuchung jeder einzelnen Probe berechnet wäre. Die Sammelproben gestatten jedoch leider keine Berechnung der Standardabweichung in der betreffenden Parzelle. Eine Schätzung derselben ist freilich möglich, wenn man die

Einzelproben so vereinigt, dass sich die Sammelproben nicht auf die ganze Parzelle, sondern nur auf gewisse ihre Teile beziehen, die nach der Grösse und Form der Parzelle bestimmt werden.

Einen unter allen Verhältnissen für einen bestimmten Boden verwendbaren Wert der Standardabweichung oder des wahrscheinlichen mittleren Fehlers ist aber nicht zu erreichen, wenigstens nicht bei unserer jetzigen Kenntnis der biologischen Verhältnisse des Kartoffelälchens. Es haben jedoch SMITH und PRENTICE bei ihren Untersuchungen in Lancashire und Cheshire einen Versuch in dieser Richtung gemacht. Ihre Untersuchungen bezogen sich teils auf sandhaltigen (»peaty sand»), teils auf reinen Humusboden (»peat»). Auf die Zahlen, die sie bei der Bestimmung des Zystengehaltes in einer 45—68 qm (= 50—75 sq. yards) grossen Parzelle jedes Bodens erhielten, berechneten sie einen totalen mittleren Fehler von 14 % für den sandhaltigen und 11 % für den reinen Humusboden. Diese Prozentzahlen verwendeten sie später bei der Berechnung des Zystengehaltes in allen übrigen Parzellen dieser beiden Bodenarten derselben Gegend, obwohl die Zystenzahl hier zwischen 0 und 6270 pro Liter Erde wechselte. Ein solches Verfahren scheint mir aber prinzipiell unrichtig, weil der Zystengehalt nicht nur durch die Beschaffenheit des Bodens, sondern auch durch die Düngung, die Bodenfeuchtigkeit u. s. w. bedingt wird, vor allem aber durch das Alter der Verseuchung und die mit wechselnden Zwischenzeiten wiederholten Kartoffelsaaten. Je älter die Verseuchung ist und je öfter Kartoffeln angebaut werden, um so grösser wird nämlich der Zystengehalt und um so niedriger die Standardabweichung und der mittlere Fehler. Es ist ausserdem zu bemerken, dass SMITH und PRENTICE in ihren Parzellen, welche alle wenigstens 45, höchstens 68 qm gross waren, immer nur 10 Bodenproben nahmen, was eine viel zu geringe Probefrequenz entspricht. Dass sie von jeder Probe 10 Schwemmproben machten, ändert an der Sache nichts.

Oberflächlich genommene Proben eignen sich gut dazu, die Variationen des Zystengehaltes zu bestimmen. Es genügen auch spärliche derartige Proben, um zu untersuchen, ob ein Acker für z. B. gewisse Bekämpfungsversuche überhaupt verwendbar ist. Da aber der Zystengehalt in der Regel mit der Tiefe abnimmt, geben solche oberflächliche Proben zu hohe Werte, wenn man z. B. die Kartoffelernte in Beziehung zum Zystengehalt setzen will. In solchen Fällen müssen die Proben mit dem Erdbohrer bis zu einer Tiefe von wenigstens 25 cm genommen werden.

2. Untersuchung der Proben im Laboratorium.

Die Bodenproben, die aus den Versuchsfeldern der Pflanzenschutzanstalt herrühren, werden im allgemeinen in starken, dichten Leinwandbeuteln aufbewahrt und auf geräumigen Brettern in einem wohl ventilierten Raum getrocknet, wo keine Gefahr für Schimmelbildung vorliegt. Nach Zerkleinerung werden sie durch Sieben von kleinen Steinen und anderen, gröberen Einmengungen befreit. Von grösster Bedeutung ist aber dabei, dass die Erde der Sammelproben mit genügend grosser Sorgfalt gemengt wird. Am besten ist, dabei eine mässig grosse Mengtrommel (Beiztrommel) zu gebrauchen. Für das Schwemmen kommt bei der Pflanzenschutzanstalt nunmehr ein besonders konstruierter Apparat in Anwendung (Fig. 4 und 5).

In diesem Apparate durchspült das Wasser bei stetiger Rotation ein langgestrecktes, oben sich verengendes, umgebogenes Gefäss. Die in den Apparat eingetragene Erde wird dadurch sowohl von Zysten wie von leichteren Erdpartikeln befreit, die ausgespült und auf ein Stückchen Siebtuch aufgefangen werden.

Der Apparat besteht aus drei Teilen. Das Unterstück, in welches die Erdprobe eingetragen wird, ist aus Metall und unten mit einer exzentrisch mündenden Zufluss-

öffnung versehen. Aussen sitzt ein drehbarer Hahn, mit welchem das Füllen und Leeren des Apparates geregelt werden kann. Die Zuflussröhre wird durch einen möglichst starken Gummischlauch mit der Wasserleitung vereinigt. Das Mittelstück, das ebenfalls aus Metall ist, ist innen mit einem Netze aus Metall, dessen Maschen etwa 3 mm weit sind, versehen, um zu verhüten, dass zu grosse Partikeln dem Wasserstrom folgen und den Abfluss verstopfen. Das Oberstück ist aus starkem Glas, und in einem kurzen Metallzylinder befestigt, der mittels eines eisernen Armes über den Arbeitstisch angebracht ist. Mit einem besonderen Hebelarm werden Mittel- und Unterstück fest an das Oberstück gepresst. Durch eingelegte Gummidichtungen wird verhütet, dass das Wasser während der Arbeit heraussickert.

Unter dem Ablauf sitzt ein in beiden Enden offener Metallzylinder, dessen untere Öffnung mit einem seidenen Siebtuch gesperrt ist, in welchem die Zysten und feineren Erdpartikeln aufgefangen werden. Ein geeignetes Siebtuch hat am besten 19—21 Löcher je 1 cm. Es wird mittels eines auf den Zylinder aufgezogenen Metallringes fest gehalten, darf aber nicht stramm sitzen, sondern muss schlaff unter den Zylinder hängen, damit sich die Schwemmprobe in der Mitte des Tuches ansammeln kann.

Der Apparat steht in einer niedrigen Zinkwanne mit Ablauf für das Spülwasser, und in der Wanne befindet sich unter dem Siebzylinder ein Spritzschutz, der aus einem im unteren Rande eingekerbten Zinkzylinder besteht.

Die bisher angefertigten Apparate sind für 50 ccm Erde berechnet. Die Proben werden in 5 Minuten fertig geschwemmt. Nachdem der ganze Siebzylinder weggenommen ist, wird das Tuch losgemacht und unter das Mikroskop, am besten in eine flache, weisse Schale gelegt, die genügend viel Wasser enthält, um die Verteilung der Schwemmprobe in eine dünne Schicht zu ermöglichen. Grössere Schwemmproben werden portionenweise untersucht.

Die Vorteile des Apparates sind einerseits, dass er die Bodenproben von Zysten völlig befreit und dieselben auf einem einzigen Siebe auffängt, andererseits dass er während des Schwemmens keine Aufsicht erfordert. Für Umschütteln, Umrühren, oder wiederholtes sachtes Abgiessen des Wassers u. s. w. geht somit keine Zeit verloren.

3. Berechnung des Nematodengehaltes in Bezug auf den Inhalt der Zysten.

Die Anzahl der Zysten in einer gewissen Bodenmenge sagt an und für sich noch nichts über den Nematodengehalt des Bodens. Einerseits dürfte sich nämlich eine kleinere oder grössere Menge von Nematodenlarven immer frei im Boden befinden, die wir leider hier nicht berücksichtigen können, andererseits ist aber vor allem zu beachten, dass sich die Zysten allmählich entleeren und dadurch sehr ungleichwertig werden. Wenn wir jedoch alle Zysten als gleichwertig betrachten und sie ohne weiteres addieren, geben wir demnach fälschlich dem Zystengehalt einen zu hohen Wert. Da man bei einer Berechnung des Zystengehaltes immer von den völlig leeren Zysten absieht, muss man folglich auch den übrigen Zysten einen dem Inhalte entsprechenden Wert geben. Für die jüngsten, ganz vollen Zysten, derer Inhalt gleichfalls innerhalb ziemlich weiter Grenzen wechselt, kann man aber immer den Mittelwert anwenden.

Es würde natürlich wertvoll sein, wenn man statt der Zysten ihre Eier oder Larven hätte rechnen oder wenigstens den Inhalt jeder Zyste würde schätzen können. In der Praxis ist aber ein solches Verfahren leider ausgeschlossen, so bald es sich um eine grössere Menge von Proben handelt. Um eine Auffassung von dem Umfange der Arbeit zu geben, welche solche Probenuntersuchungen erfordern, genügt zu erwähnen, dass z. B. im Jahre 1938, als die Versuchsparzellen der Pflanzenschutzanstalt in Hälsingborg,

Norrköping und Stockholm zusammen eine Fläche von 1440 qm umfassten, insgesamt 5542 Einzelproben genommen wurden, welche 930 Sammelproben bildeten. Da der Versuchsboden oft mehr als 2500 Zysten pro Liter Erde enthielt, wurden in jenem Jahr somit etwa 100000 Zysten gezählt. Es ist also klar, dass man nicht ohne Mithilfe von sehr vielen Angestellten eine genauere Untersuchung jeder einzelnen Zyste hätte machen können.

Betreffs des Rübenälchens bezeichnete BAUNACKE die Zysten als leer, die wenigstens 90 %, und als voll die, welche höchstens 20 % ihres ursprünglichen Inhaltes verloren hatten. Teilt man die Zysten des Kartoffelälchens auf ähnliche Weise ein, — wobei es doch geeignet zu sein scheint, nur die Zysten als voll zu betrachten, welche höchstens 10 % ihres Inhaltes verloren haben — so kann man ohne Schwierigkeit die vollen und leeren Zysten aus der Schwemmprobe herausnehmen. Die übrigen Zysten, welche die Hauptmasse bilden, sind aber sehr schwierig, in bestimmte Gruppen zu sortieren. Wo die Verseuchung nicht zu neu ist, und wo die Nematoden sich ungestört vermehren können, können wir aber annehmen, dass diejenigen Zysten, welche mehr als die Hälfte ihres Inhaltes verloren haben, im allgemeinen fast ebensoviele sind als die, welche weniger als die Hälfte desselben verloren haben. Die Summe des lebenden Inhaltes aller dieser Zysten dürfte demnach annähernd der Hälfte des Inhaltes gleich vieler voller Zysten entsprechen. Alle diese Zysten, die weder ganz voll noch ganz leer sind, können demnach ohne Unterschied als halbvoll betrachtet und gezählt werden.

In den Versuchen der Planzenschutzanstalt ist deshalb der Zystengehalt als die Summe der ganzen Anzahl voller und der halben Anzahl halbvoller Zysten angegeben worden.

Da, wie erwähnt, die halbvollen Zysten gewöhnlich die zahlreichsten sind, wird der Unterschied zwischen den verschiedenen Parzellen dadurch sehr ausgeglichen, dagegen werden aber die erhaltenen Werte viel richtiger, als hätte man alle Zysten als gleichwertig betrachtet.

Da man aber gegenwärtig weder weiss, wie lange die Zysten unter verschiedenen Verhältnissen im Boden liegen bleiben, ehe sie ganz entleert werden, noch wie viele Prozente der Larven jährlich schlüpfen, noch wie gross die Vermehrungsgeschwindigkeit ist, so ist es leider unmöglich, den Fehler zu beurteilen, der sich bei dieser Berechnungsart ergiebt.

Setzen wir jedoch z. B. voraus, einerseits dass die 1-jährigen Zysten durch Schlüpfen und Herauswandern der Larven 50 % ihres Inhaltes verlieren, und dass die 2- und 3-jährigen Zysten noch 30 % bzw. 20 % verlieren, so dass die 4-jährigen Zysten völlig entleert sind, andererseits dass die jungen, vollen Zysten durchschnittlich 200 Eier enthalten, und dass der Vermehrungskoeffizient 1,5 ist, so können wir für die Veränderungen des Zystengehaltes in einer gewissen Bodenmenge, die mit 100 neugebildeten Zysten verseucht worden ist und die jährlich am Ende der Vegetationsperiode untersucht wird, die Tabelle I zusammenstellen. Aus dieser wird ersichtlich, dass vom vierten Jahre an die Summe $F - H$ (volle — halbvolle Zysten) beinahe 50 %, die Summe $F + \frac{H}{2}$ aber kaum 10 % grösser ist als die Summe der theoretischen Infektionswerte der Zysten. (Infektionswert einer Zyste = ihre Eianzahl durch die durchschnittliche Eianzahl der vollen Zysten dividiert.) Bei geänderten Voraussetzungen wird aber auch der Fehler mehr oder weniger geändert. Ist z. B. der Vermehrungskoeffizient 2 statt 1,5, wird $F + H$ 34,6 % und $F + \frac{H}{2}$ 5,8 % zu gross. Wenn die Voraussetzungen nur nicht dem, was bekannt oder wahrscheinlich ist, widersprechen, wird die Summe $F + \frac{H}{2}$ immer mit

dem Infektionswert sehr gut übereinstimmen oder wenigstens demselben viel näher kommen als die Summe F + H.

Es ist demgemäss zu empfehlen, den Zystengehalt vorläufig als die Summe der ganzen Anzahl voller und der halben Anzahl halbvoller Zysten zu berechnen, wenn er als Basis für eine Berechnung des Vermehrungskoeffizienten u. s. w. verwendet werden muss.

LITTERATUR.

BAUNACKE, W. — Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Rübennematoden, Heterodera Schachtii SCHMIDT. — Arb. Biol. Reichsanst., Bd. 11, Hft 3, Berlin 1922.

GOFFART, H. — Methoden zur Prüfung von Pflanzen- und Vorratsschutzmitteln. XXIII. Richtlinien für die Prüfung von Nematodenmitteln. — Mitt. Biol. Reichsanst., Hft. 55, Berlin 1937.

—»— Über die Biologie und Bekämpfung des Kartoffelnematoden (Heterodera Schachtii SCHM.) — Arb. Biol. Reichsanst., Bd 21, Hft. 1, Berlin 1934.

—»— Die Bestimmung von Rüben-, Hafer- und Kartoffelnematoden auf Grand von Bodenuntersuchungen. — Zschr. Pfl.-krankh. und Pfl.-schutz, Leipzig 1934.

KEMNER, N. A. — Potatisnematoden eller potatisålen (Heterodera Schachtii subsp. rostochiensis WOLL.) och dess framträdande i Sverige. — Medd. Centralanst. Lantbruksent. avd. 56, Stockholm 1929.

—»— Kvantitativa undersökningar av nematodhalten i svenska åkerjordar. Några metoder och några resultat. — Medd. Centralanst. Lantbruksent. avd. 57, Stockholm 1929.

SMITH, A. M. och PRENTICE, E. G. — Investigations on Heterodera Schachtii in Lancashire and Cheshire. 1. The infestations in certain areas as revealed by cyst counts; an estimation of the errors involved in the technic and a correlation with intensity of disease. — Ann. appl. Biol., 16, Cambridge 1929.

FALU NYA BOKTRYCKERI A-B



Pris 75 öre.